

TNO-rapport
TM-96-A042

titel
**Onderzoek met relevantie voor operationeel
optreden in de KM: een overzicht**

TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

auteur
C.Y.D. van Orden

Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

datum
16 oktober 1996

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

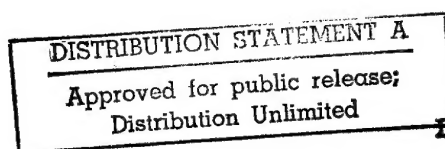
aantal pagina's

: 33

(incl. bijlagen,
excl. distributielijst)

© 1996 TNO

19970212 017



DTIC QUALITY INSPECTED 3



titel : Onderzoek met relevantie voor operationeel optreden in de KM: een overzicht
auteur : Mr.drs. C.Y.D. van Orden
datum : 16 oktober 1996
opdrachtnr. : A96/KM/317
IWP-nr. : 789.4
rapportnr. : TM-96-A042

Op verzoek van de afdeling Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek (SWO) van de DPKM is het onderzoek zoals dat de laatste jaren door TNO Technische Menskunde, de afdelingen Gedragswetenschappen van de drie Krijgsmacht delen en het Koninklijke Instituut voor de Marine (KIM) bestudeerd, om te kunnen vaststellen welke studies praktische relevantie voor het operationeel optreden binnen de KM hebben. De studies bleken in te delen in drie hoofdcategorieën: inzetbaarheid personeel, taakuitvoering en omgevingsfactoren. De volgende onderwerpen komen achtereenvolgens aan bod:

Inzetbaarheid personeel

- Selectie
- Opleiding
- Slaapmanagement
- Stress
- Groepsaspecten

Taakuitvoering

- Mentale belasting
- Mens-machine interface
- Besluitvorming

Omgevingsfactoren

- Uitrusting
- Antropometrie
- Klimaat
- Scheepsbewegingen

De belangrijkste resultaten van de studies zijn in dit rapport opgenomen. Aan het eind van elke paragraaf zijn de referenties opgenomen, waarbij enkele recente TNO-rapporten van een korte samenvatting zijn voorzien.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
INLEIDING	7
1 INZETBAARHEID PERSONEEL	8
1.1 Selectie	8
1.2 Opleiding	9
1.3 Slaapmanagement	11
1.4 Stress	14
1.5 Groepsaspecten	16
2 TAAKUITVOERING	20
2.1 Mentale belasting	20
2.2 Mens-machine interface	22
2.3 Besluitvorming	25
3 DE WERKOMGEVING	28
3.1 Uitrusting	28
3.2 Antropometrie	29
3.3 Klimaat	30
3.4 Scheepsbewegingen	31

Rapport nr.: TM-96-A042

Titel: Onderzoek met relevantie voor operationeel optreden in de
KM: een overzicht

Auteur: Mr.drs. C.Y.D. van Orden

Instituut: TNO Technische Menskunde
Afd.: Werkomgeving

Datum: oktober 1996

DO Opdrachtnummer: A96/KM/317

Nummer in MLTP: 789.4

SAMENVATTING

In opdracht van de afdeling Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek van de DPKM is het onderzoek zoals dat de afgelopen jaren door TNO Technische Menskunde, het KIM en de afdelingen Gedragwetenschappen (GW) en Sociaal Wetenschappelijk Onderzoek (SWO) van de drie krijgsmachtdelen is uitgevoerd, geselecteerd op praktische relevantie voor het operationeel optreden binnen de KM. Dit rapport geeft een overzicht van de relevante studies, ingedeeld in de categorieën "inzetbaarheid van personeel", "taakuitvoering" en "omgevingsfactoren".

Research with practical relevance for Navy operations: a review

C.Y.D. van Orden

SUMMARY

On behalf of the Department for Social Scientific Research of the Royal Netherlands Navy, the studies carried out by the TNO Human Factors Research Institute, the Royal Institute for the Navy (KIM), and the Departments for Behavioral Sciences of the Navy, Air Force and Army, are assessed on the criterium of practical relevance for naval operations. This report gives an overview of relevant studies, categorized as follows: (1) deployment of personnel, (2) task performance, and (3) environmental factors.

INLEIDING

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van studies van TNO-TM, het KIM en de afdelingen GW en SWO van de drie Krijgsmachtdelen, met relevantie voor het operationeel optreden in de KM. Hiertoe zijn van het KIM en de afdelingen GW en SWO van de Krijgsmachtdelen literatuurlijsten van de afgelopen vijf jaar opgevraagd; het onderzoek van TNO-TM is in eerste instantie beperkt tot de laatste twee jaar. Nadat een eerste aanzet voor dit rapport in concept gereed was hebben alle programmaleiders van TNO-TM aanvullingen kunnen geven. Het gevolg hiervan is dat ook ouder onderzoek (bv. van bijna 10 jaar geleden) in het rapport opgenomen is, als dit belangrijk bleek te zijn voor het operationeel optreden binnen de KM.

De studies bleken grofweg in drie categorieën in te delen te zijn: inzetbaarheid personeel, taakuitvoering en omgevingsfactoren. De studies in de eerste categorie zijn alle gericht op het optimaliseren van het *menselijk* functioneren in een taakomgeving: hoe selecteer je de juiste persoon voor de juiste plaats, hoe leid je hem op zodat hij zijn werk goed kan doen, hoe zorg je dat hij niet vermoeid raakt en hoe reageert een persoon wanneer anderen in de buurt zijn?

De studies in de tweede categorie zijn specifiek gericht op de *taakuitvoering*. Hierin zijn onder andere onderzoeken over mens-machine interfaces opgenomen: hoe kan bijvoorbeeld de informatie het best gepresenteerd worden, zodanig dat de taakuitvoering geoptimaliseerd wordt? Verder zijn er studies over besluitvorming en mentale belasting opgenomen. Alle zijn ze gericht op het verbeteren van de prestatie op veelal mentale taken.

De derde categorie studies betreft de *omgeving* waarin mensen hun werk doen. Aandacht wordt besteed aan klimatologische factoren, scheepsbewegingen, antropometrie en uitrusting.

De resultaten van de studies zijn in dit rapport samengevat. Aan het eind van elke paragraaf zijn steeds de referenties opgenomen, waarbij van de meeste recente TNO-rapporten ('95 en '96) een korte samenvatting is bijgevoegd.

1 INZETBAARHEID PERSONEEL

1.1 Selectie

“Intellectuele” selectie

Voor de selectie van vliegers en luchtverkeersleiders (ook bij de KM) is door TNO-TM de selectieve luistertaak (SLT) ontwikkeld. De SLT meet diverse vaardigheden die samen te vatten zijn met het begrip “aandachtsflexibiliteit”. Zo meet het bijvoorbeeld de vermogens om uit een hoop achtergrondlawaai de juiste informatie te kunnen kiezen en bewerken. Verschillende onderzoeken die in de loop der tijd met de SLT zijn verricht laten zien dat de testprestatie significant correleert met het latere succes in de opleiding. De toegevoegde waarde van de SLT blijkt uit het feit dat de SLT niet correleert met de tests uit de bestaande testbatterij (Boer, 1995a). De SLT maakt deel uit van de “Taskomat”, een testbatterij die zijn waarde voor personeelsselectie inmiddels bewezen heeft (Boer 1995b).

Visuele keuring

Selectie wordt niet alleen uitgevoerd op cognitief-sociale vaardigheden, maar voor functies waarbij dit relevant is, ook op visuele of auditieve vaardigheden. TNO-TM heeft het nodige gedaan op het gebied van visuele keuringen. De TNO visuskaart en de Stereopter, een test voor stereo zien, worden beide bij militaire keuringen gebruikt. Daarnaast is de zogenaamde “priegeltest” ontwikkeld, het meest relevant voor oudere medewerkers.

Ook is veel werk verricht op het gebied van kleuren zien. Daar waar vroeger kleuren zien niet belangrijk was (bv. in de machinekamer), wordt door toepassing van beeldschermen bij vrijwel iedere mens-machine interface gebruik gemaakt van kleur gecodeerde informatie. Een recente ontwikkeling om deze problematiek zichtbaar te maken (in de letterlijke zin des woords) is de kleurenblindheidsimulator (Walraven & Alferdinck, 1995). Daarmee kan men een kleurendisplay bekijken door de ogen van iemand met een kleurafwijking.

Referenties

Boer, L.C. (1995a). *The selective listening task as a test for pilots and air traffic controllers* (Rapport TNO-TM 1995 A-14). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

De bevindingen over de selectieve luistertest worden samengevat. De test is inmiddels in gebruik bij de KLu.

Boer, L.C. (1995b). Taskomat: evaluation of a computerized test battery. *Proceedings of the 36th Conference of the International Military Testing Association*. Rotterdam 25-27 October 1994: 283-288.

Het artikel geeft een overzicht van de Taskomat als instrument voor personeelsselectie (buiten beschouwing blijft de Taskomat als instrument voor “psychologische fitheid”). Geconcludeerd wordt dat de functieleer een goede basis geeft om nieuwe tests te ontwikkelen.

Walraven, J. & Alferdinck, J.W.A.M. (1995). *Simulatie van kleurenblindheid: interim rapport* (Memo TNO-TM 1995 M-8). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

1.2 Opleiding

Voor een goede leeroverdracht naar de praktijk van trainingen en opleidingen is een eerste vereiste dat deze praktijk goed in beeld is gebracht. Methoden die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn missie- en taakanalyse (Van Berlo & Riemersma, 1995; Van Berlo, Van Rooij, Riemersma & Vromen, 1995). Op grond hiervan kunnen gedetailleerde opleidings- en trainingsdoelen worden gespecificeerd in termen van gedrag, condities en normen. De resultaten vormen evenzeer een basis voor het nader specificeren van trainers en simulaties (Van Rooij, Van den Berg, De Bruijn & Riemersma, 1993).

Gestructureerd storing zoeken is een goed voorbeeld van een geslaagde praktische toepassing. Voor de Wapen technische School van de KM is een aanvullende cursus van één week op de reguliere functie cursus SMR_{μ} ontwikkeld, gericht op het bijbrengen van kennis en vaardigheden benodigd voor het succesvol kunnen storing zoeken. De korporaals die deze extra week onderwijs voor gestructureerd storing zoeken (GSZ) hebben gevolgd vertonen een prestatieverbetering van 116% in termen van aantal opgeloste storingen. De kwaliteit van redeneringen ging vooruit met 78% en de kwaliteit van het systeeminzicht met 60% (Schraagen & Schaafstal, 1995).

Om te testen of deze resultaten werkelijk toe te schrijven waren aan de nieuwe methode, of aan de verlenging van het reguliere onderwijs, is een nieuwe SMR_{μ} -opleiding van 4 weken opgezet, volgens de principes van GSZ. Uit een prestatie-evaluatie van korporaals die deze nieuw opgezette 4-weekse opleiding hebben gevolgd, blijkt dat zij veel beter presteren dan korporaals die de "gewone" 6-weekse opleiding hebben gevolgd. Op sommige punten presteren ze zelfs beter dan hun collega's die de 7-weekse opleiding hadden gevolgd. Dit is toe te schrijven aan de kennisvermeerdering die inmiddels bij de instructeurs was opgetreden op het gebied van GSZ (Schaafstal & Schraagen, 1996).

Computer ondersteund onderwijs

De GSZ-methode is ook toe te passen in andere functie-cursussen. Wel moet bedacht worden dat deze methode een groter beroep doet op praktijkfaciliteiten, vanwege de grotere nadruk die gelegd wordt op zelfstandig kunnen oefenen in het storing zoeken. Maar wellicht biedt computer ondersteund onderwijs (COO) inclusief simulaties hier op termijn uitkomst. Van den Bosch (1995) heeft laten zien dat simulatie COO op zich mogelijk is voor de opleiding tot "weapon controller M-fregat". Zowel eenvoudige profielen waarmee uitsluitend voorwaardelijke deeltaken kunnen worden getraind, als uitgebreide profielen waarmee ook volledige taakscenario's kunnen worden geoefend, behoren zijns inziens tot de mogelijkheden.

Simulatoren

In trainings- en opleidingssituaties worden steeds vaker simulatoren ingezet. Op TNO wordt veel onderzoek gedaan om de validiteit van allerlei typen simulatoren vast te stellen, specificaties op te stellen en scenario's uit te testen. (Zie ook § 2.2 voor nadere details.) Er is o.a. gewerkt aan de simulator op het KIM (Padmos & Varkevisser, 1995) en in een breed

internationaal forum wordt overleg gevoerd over de ontwikkeling en specificaties van low-cost trainingssimulatoren.

Teamtraining

Teams bestaan uit twee of meer mensen die gezamenlijk een missie vervullen, en voor het vervullen van die missie van elkaar afhankelijk zijn. Teams kunnen meer of minder gestructureerd zijn, d.w.z. dat de taakverdeling tussen de verschillende leden van het team meer of minder vast kan liggen en dat de bevoegdheden tot het nemen van beslissingen eer of minder vastgelegd zijn. In de militaire organisatie is veelal sprake van een duidelijk omschrijving van taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden en ligt de functie- en taakverdeling veelal vast. Desalniettemin is er sprake van een wederzijdse afhankelijkheid van veel functies, en alhoewel individuele functionarissen (bv. commandanten) verantwoordelijk zijn voor het nemen van bepaalde beslissingen, dient er toch veel samengewerkt te worden, omdat men voor de eigen taakuitvoering afhankelijk is van de taakuitvoering van anderen (bv. informatieverstrekking).

In de praktijk wordt het trainen van teams veelal aan "de praktijk" overgelaten, en vindt weinig systematische training plaats van teamvaardigheden (met uitzondering van crew en bridge resource management cursussen in de civiele lucht- en scheepvaart). Er bestaat relatief weinig inzicht in het concretiseren van leerdoelen die betrekking hebben op teams in gerichte instructie. De verwerving van teamvaardigheden blijft dus veelal impliciet. Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat het trainen van teams in het verleden ook vaak lastig was vanwege beperkte oefenmogelijkheden (beperking oefenterreinen, logistieke problemen bij het trainen van (grotere) teams). Nu echter simulatoren steeds beter haalbaar worden en meer en meer ingezet gaan worden verdient de vraag naar de inrichting van leertrajecten voor teams grotere aandacht dan zij in het verleden gekregen heeft.

Het onderzoek bij TNO-TM richt zich met name op het vaststellen welke teamvaardigheden moeten worden getraind, op welke wijze deze vaardigheden het best kunnen worden ontwikkeld en welke (instructie-)middelen hiervoor nodig zijn.

Referenties

- Berlo, M.P.W. van & Riemersma, J.B.J. (1995). *Een opleidingsontwikkelingssysteem voor geavanceerde onderwijsleermiddelen: richtlijnen voor het analysetraject* (Rapport TNO-TM 1995 A-16). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Berlo, M.P.W. van, Rooij, J.C.G.M. van, Riemersma, J.B.J. & Vromen, H.M.W. (1995). Missie-analyse als voorwaarde voor taakgericht opleiden. *COKL-blad* Juni, 10-13.
- Bosch, K. van den (1995). *Haalbaarheid simulatie COO voor de opleiding tot weapon controller M-fregat* (Rapport TNO-TM 1995 A-61). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Het rendement van de opleiding tot Weapon Controller kan worden vergroot door simulatie COO (training van praktische vaardigheden op een simulatie van het werkelijke systeem), ondersteund door scenario-specifieke tutorials (overdracht van voorwaardelijk taakkennis).
- Padmós, P. & Varkevisser, J. (1995). *Misteffecten in het beeldsysteem van de scheepssimulator op het KIM* (Rapport TNO-TM 1995 A-59). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Rooij, J.C.G.M., Berg, A. van den, Bruijn, L.M. de & Riemersma, J.B.J. (1993). *Training requirements for ASW personnel; phase 1* (Rapport IZF 1993 A-37). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO¹.

Schaafstal, A.M. & Schraagen, J.M.C. (1996). *Evaluatie van de volgens de methode Gestructureerd Storing zoeken verkorte functie-opleiding DA17* (Rapport TM-96-A013). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

De volgens de methode "Gestructureerd Storing zoeken" opnieuw opgezette, met 33% ingekorte, functie-opleiding DA17 leidt tot significant betere prestaties dan de "oude" 6-weekse opleiding. Dit geeft vertrouwen in de methode.

Schraagen, J.M.C. & Schaafstal, A.M. (1995). *Evaluatie van een nieuwe methode voor gestructureerd storing zoeken in de SMR μ* (Rapport TNO-TM 1995 A-45). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Korporaals die een door TNO-TM ontwikkelde korte cursus storing zoeken hebben gevolgd, lossen meer dan twee keer zoveel storingen op dan anderen die deze cursus niet hebben gevolgd. Ook de kwaliteit van de redeneringen en het systeeminzicht nemen enorm toe.

1.3 Slaapmanagement

Klokronde optreden

Uit tal van onderzoeken is bekend dat langdurige slaapdeprivatie de taakprestatie nadelig beïnvloedt. Uit een analyse van 127 scheepsongevallen (Veltman & Gaillard, 1992) bleek bijvoorbeeld dat met name de factor vermoeidheid een grote rol speelt bij het ontstaan van scheepsongevallen (vooral bij vissersschepen). Niet alle taken zijn even gevoelig voor slaapgebrek. Monotone taken, of taken die een grote waakzaamheid vereisen hebben er het snelst van te lijden (na 24 uur zonder slaap), maar na drie tot vier dagen zonder slaap wordt geen enkele taak meer naar behoren uitgevoerd.

Uit 24-uurs experimenten uitgevoerd op TNO-TM blijkt dat simpele taken, die maar weinig mentale verwerkingscapaciteit vragen, het meest te lijden hebben van slaapgebrek. Complexere besluitvormingstaken daarentegen, die meestal meerdere stappen van mentale bewerking vereisen, worden ook na 24 uur zonder slaap nog goed uitgevoerd. Dit soort taken is meestal ook interessanter en er gaat dus meer intrinsieke motivatie van uit (Van Orden & Gaillard, 1995).

Heijster (1988) geeft het belang van "dutjes" aan: de negatieve effecten van slaapgebrek kunnen beperkt worden door korte dutjes tussendoor. Ook het werkrooster is van grote invloed. Als mensen 24 uur achtereen werken volgens een uur-op/uur-af rooster zijn de vermoeidheidseffecten te verwaarlozen, vergeleken met de situatie waarin men steeds 3 uur achtereen werkt, met maar 3 kwartier pauze (Van Orden & Gaillard, 1995). Het is dus gemakkelijker om lang zonder slaap door te werken als er geregeld pauzes zijn.

Er zijn aanwijzingen dat vermoeidheidseffecten bij simpele taken ten dele gecompenseerd kunnen worden door de taken in aanwezigheid van een ander te laten uitvoeren. Als mensen

¹ Op 1 januari 1994 werd de naam "Instituut voor Zintuigfysiologie TNO" vervangen door "TNO Technische Menskunde".

lang zonder slaap moeten doorwerken, lijken ze beter te presteren als er iemand in de buurt is (Van Orden & Gaillard, 1995, 1996). Ook maakt het uit of de prestatie voor anderen zichtbaar is. In het vierde 24-uurs experiment (Van Orden, Gaillard & Langeveld, 1996) werd aan de helft van de proefpersonen publiekelijk feedback gegeven over hun individuele scores. De andere helft kreeg alleen geaggregeerde groepsfeedback. De proefpersonen met individuele feedback bleven beter presteren dan degenen met groepsfeedback. Als ieders individuele bijdrage aan het resultaat te identificeren is, zijn mensen meer gemotiveerd om zich in te spannen, wat de prestatie ten goede komt.

Overige maatregelen die Heijster aangeeft om gevolgen van slaapttekort te beperken zijn:

- a Preventieve maatregelen t.w.
 - een goede fysieke conditie;
 - een maximale training in het verrichten van eenvoudige handelingen;
 - trainingen onder condities van continue operaties, zodat commandanten en hun mensen de effecten van slaapttekort ervaren;
 - vlak voor het uitbreken van de gevechtshandelingen bestaand slaapttekort zoveel mogelijk inhalen, c.q. voorkomen dat met een slaapttekort aan het gevecht wordt begonnen.
 - b Slaapmanagement dient ervoor te zorgen dat:
 - slaaptijden en slaappleatsen zoveel mogelijk worden gepland;
 - men aanmoedigt zoveel mogelijk te slapen wanneer dat kan;
 - daarvoor in aanmerking komende functies door meerdere functionarissen worden bezet in wisseldienst;
 - extra aandacht wordt besteed aan helderheid en eenvoud in de diverse vormen van communicatie, w.o. berichtenwisseling, bevelen enz.;
 - er in de tijdsplanning rekening mee moet worden gehouden dat de uitvoering trager zal verlopen dan normaal;
 - belangrijke besluiten en berekeningen door anderen dienen te worden gecontroleerd;
 - ondergeschikten vaker worden aangespoord, belangstelling voor hen wordt getoond en hun moreel wordt bevorderd;
 - alcohol niet voorhanden is of wordt gebruikt;
 - koffie met mate wordt gebruikt en niet om wakker te blijven;
 - zonodig kortwerkende slaapmiddelen kunnen worden verkregen om beter in te slapen (slechts 1 tablet per keer i.v.m. mogelijke zelfdodingspogingen).
 - c Trainingen in vreedstijl in zelfhypnose en/of andere ontspanningstechnieken.
 - d Het instellen van een ploegendienst voor die eenheden die zowel vlak voor als na het uitbreken van het gevecht 24 uur in bedrijf zijn en essentieel zijn voor de operaties.
- Als ideaal ploegendienschema wordt geponeerd (voor vijf ploegen A, B, C, D en E):

dienst	ma	di	wo	do	vr	za	zo
ochtend	C	D	E	A	B	C	D
avond	B	C	D	E	A	B	C
nacht	A	B	C	D	E	A	B

"Jet lag"

Slaaptekort kan behalve door klokronk optreden ook ontstaan door verplaatsing door tijdzones ("jet lag"). Nu militairen steeds vaker buiten Nederland opereren is het niet ondenkbeeldig dat jet leg problemen zich voordoen. Van den Berg (1994) stelt dat bij een verplaatsing over meer dan 3 tijdzones "jet lag" effecten kunnen optreden. Symptomen zijn slaapstoornissen, verminderde aandacht, verstoorde maag- en darmfuncties en een algemeen gevoel van onbehagen. Een deel van het personeel zal waarschijnlijk hinder ondervinden van "jet lag" en dat kan gevolgen hebben voor de operationele inzetbaarheid.

Maatregelen die gevolgen van "jet lag" kunnen beperken, zijn het zo snel mogelijk aanpassen aan de lokale tijd, het lichaam (door aanpassen van de voeding) helpen zich aan te passen aan een nieuw waak- en slaapritme, en indien mogelijk, al voorafgaand aan de verplaatsing het dagritme aanpassen aan de omstandigheden in het operatiegebied. Indien het niet mogelijk is geweest om (alle) maatregelen te treffen die gevolgen van "jet lag" minimaliseren, dan dient het personeel te worden geïnformeerd over de eventuele negatieve gevolgen van "jet lag" op het functioneren. Hierbij moet vooral benadrukt worden dat "jet lag" een *normale* reactie is op het verplaatsen door tijdzones. De effecten zullen zeker binnen 4 à 7 dagen verdwijnen.

Psychofarmaca

De meeste bekende psychofarmaca hebben meer nadelen dan dat ze nuttig zijn. Van modafinil (Pigeau & Naitoh, 1995) en tyrosine (Wientjes, 1996) is bekend dat ze nadelige effecten van vermoeidheid ten dele kunnen tegengaan en ze hebben minder negatieve bijwerkingen dan amfetaminen. Dergelijke middelen kunnen hun dienst bewijzen, mits ze hoogstens een enkele keer onder supervisie van een arts worden gebruikt door militairen die in een goede fysieke conditie verkeren. Vooral in kortdurende conflicten (enige dagen) zouden ze bruikbaar kunnen zijn, met name bij controletaken en taken die voortdurende waakzaamheid vereisen.

Referenties

- Berg, C.E. van den (1994). *Personele aspecten van het moderne gevecht. Aanpassing aan tijdsverschil bij militaire verplaatsingen* (Rapport GW 94-12). Den Haag: AGW DPKL.
- Heijster, W.H.T. (1988) *Personele aspecten van het moderne gevecht. Het klokronk optreden en "slaapmanagement"* (Rapport GW 88-13). Den Haag: AGW DPKL.
- Orden, C.Y.D. van & Gaillard, A.W.K. (1995). *Vermoeidheid en sociale facilitatie: tussenrapport* (Rapport TNO-TM 1995 A-2). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- 36 proefpersonen werkten gedurende 20 uur aan verschillende taken, al dan niet in aanwezigheid van een ander. Simpele taken bleken gevoeliger voor vermoeidheid dan complexe taken. Sociale facilitatie-effecten traden nauwelijks op.
- Orden, C.Y.D. van & Gaillard, A.W.K. (1996). *Effecten van vermoeidheid en sociale omgeving op de taakprestatie* (Rapport TM-96-A004). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Verwacht was dat proefpersonen die deel uitmaakten van een hechte groep beter zouden blijven presteren in een 24-uurs experiment dan proefpersonen die als individuen behandeld werden. Dit bleek niet het geval. "Social loafing" kan hiervoor verantwoordelijk zijn.

- Orden, C.Y.D. van, Gaillard, A.W.K. & Langefeld, J.J. (1996). *Effecten van vermoeidheid en sociale omgeving op taakprestatie: de rol van feedback* (Rapport TM-96-A035). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Pigeau, R. & Naitoh, P. (1995). The effect of modafinil and amphetamine on core temperature and cognitive performance using complex demodulation during 64 hours of sustained work. *AGARD conference proceedings 579, Neurological limitations of aircraft operations: human performance implications*. Köln: 9-12 October 1995.
- Veltman, J.A. & Gaillard, A.W.K. (1992). *Mentale werkbelasting en stress als factoren bij het ontstaan van scheepsongevallen* (Rapport IZF 1992 C-10). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Wientjes, C.J.E. (1996). (Rapport TNO-TM in voorbereiding).

1.4 Stress

Gevechtstress

Gevechtstress wordt door de Krijgsmacht als een ernstig probleem gezien, zowel voor het individu als voor de organisatie (afname van de inzetbaarheid). Gesteld wordt dat het gedrag van gevechtstress-slachtoffers een *normale* reactie is, op een abnormale situatie. Afhankelijk van de ernst is onderscheid te maken tussen milde, ernstige en zeer ernstige gevechtstress. Gevechtstress kan effectief behandeld worden, zodat de inzetbaarheid niet al te zeer afneemt en de kans op posttraumatische stress-stoornissen (PTSS) afneemt. Het literatuuroverzicht van Fintelman (1988) geeft een goed beeld van de verschillende facetten van gevechtstress: wat is het, welke factoren spelen erbij een rol en hoe is het te beperken?

Stress kan worden beschouwd als een extra taak die energie en aandacht vergt, waardoor de prestatie op taken die aandacht (verwerkingscapaciteit) vergen afneemt. Stress levert daarom met name problemen op voor vigilantie en geheugentaken, communicatie en beslissingen. (Mentaal) geautomatiseerde (zeer geofende) taken zijn minder gevoelig. Door goede oefening, een goede afstemming van persoon en taak en door controle van genomen beslissingen kunnen deze problemen beperkt worden.

Gevechtstress kan bij elke militair voorkomen. Factoren die samenhangen met gevechtstress zijn: motivatie; moreel; angst als gevolg van ervaren hulpeloosheid en onzekerheid; groepscohesie; de houding van referentiegroepen en achterland; de rol en houding van de commandanten (o.a. de wijze van informatievoorziening, zelfvertrouwen, ondersteuning, voorbeeldgedrag).

Externe en fysieke factoren die het aantal gevechtstress-slachtoffers zullen doen toenemen zijn: een onoverzichtelijk slagveld (met continu kans op gevechtsacties); de combinatie gevechtstress en slecht weer; een hoge gevechtsintensiteit; een langere duur van inzet in het conflict, het verliezen van gevechten; een slechte fysieke conditie.

Onzekerheid over de situatie kan stress doen toenemen. Individuen moeten derhalve zoveel mogelijk van alle voor hun taakuitvoering relevante informatie op de hoogte zijn. Fintelman pleitte er in 1988 voor de gevechtstresspreventie ter hand te nemen door hieraan aandacht te schenken in militaire opleidingen, stress in te bouwen in oefeningen en goede voorlichting.

Inmiddels (in 1996) is aan stressmanagementprogramma's binnen de Krijgsmacht op professionele wijze invulling gegeven.

Gegijzeld of krijgsgevangen

Een specifieke vorm van gevechtstress waar militairen mee te maken kunnen krijgen is het gegijzeld of krijgsgevangen gemaakt worden. Flach en Vullings (1996) hebben een literatuurstudie gedaan met als belangrijkste vraag: "Hoe kunnen de nadelige psychische gevolgen van krijgsgevangenschap en gijzeling zoveel mogelijk worden beperkt?" Zij onderscheiden drie categorieën van mogelijkheden voor de preventie:

- *Primaire preventie:* Al tijdens de opleiding dient aandacht besteed te worden aan de mogelijkheid van krijgsgevangenschap of gijzeling en de effecten daarvan op het persoonlijk functioneren. Theorielessen en praktijkoefeningen worden als geschikte methoden hiervoor aangedragen. Als de militair voorbereid is op krijgsgevangenschap of gijzeling kan dat latere nadelige psychische gevolgen beperken.
- *Secundaire preventie:* Als een militair daadwerkelijk gegijzeld of krijgsgevangen gemaakt wordt, kan hij de geleerde methodes toepassen. Dat zal nadelige gevolgen beperken. Verder kan de Krijgsmacht er alles aan doen om het "sociale steunsysteem" van de militair (partner, familie, vrienden) te mobiliseren. Daarvoor zijn drie manieren: 1) steun van medeslachtoffers van de gijzeling of krijgsgevangenschap; 2) opvang bieden aan het thuisfront kan indirect een stressfactor voor de gegijzelde militair wegnemen; 3) het thuisfront (het sociale steunsysteem) dient voorbereid te zijn op wat hen te wachten staat als de gegijzelde militair weer thuis komt. Als ze weten hoe deze zich zal gedragen en hoe ze daar op dienen te reageren kan de ontwikkeling van psychische stoornissen na afloop van de gijzeling verminderd worden.
- *Tertiaire preventie:* Het is zaak om de militair kort na de gijzeling of krijgsgevangenschap een psychologische debriefing en opvang aan te bieden. Tijdens de psychologische debriefing kan ingeschat worden hoe ernstig de nadelige gevolgen zijn. Indien nodig moet de zorg gecontinueerd worden om het ontstaan van posttraumatische stress-stoornis (PTSS) te voorkomen.

Fysiologische stressmetingen

Voor het monitoren van psychofysiologische reacties in stressvolle werksituaties is de Stressomat ontwikkeld (Wientjes & Gaillard, 1991; Wientjes, Spiekman, Benschop & Hoogeweg, 1994). Met de Stressomat is het mogelijk om hartslag, ademhaling en bloeddruk te meten, continu en ambulant. Met behulp van psychofysiologische monitoring kunnen belangrijke aanwijzingen verkregen worden over de mate van stress die bepaalde gebeurtenissen oproept. Ook over de cumulatieve negatieve effecten van stressoren kan informatie verkregen worden. Cumulatie van effecten van stress en vermoeidheid vergroot de kans op prestatieverlies, fouten en disfunctioneren, en vormt daarmee een belangrijke risicofactor in het militaire werk. Mensen maken niet altijd een juiste inschatting van de stress-reacties die situaties kunnen oproepen. Er bestaan dikwijls discrepanties tussen hetgeen mensen noteren in vragenlijsten die informeren naar ervaren stress en de fysiologische bevindingen. Fysiologische maten vormen daarom een noodzakelijke aanvulling op subjectieve maten.

De Stressomat is reeds in uiteenlopende situaties ingezet:

- bij de KMar op Schiphol om een indruk te krijgen van de werkstress aan de balies (Wientjes, Meester & Gaillard, 1994);
- tijdens een 135 dagen durende simulatie van een ruimtevlucht (Wientjes, Veltman & Gaillard, 1996);
- tijdens de cursus "Grensverleggende Activiteiten" zoals die door de KL verzorgd wordt (Wientjes, 1996; Wientjes, Wisman, Van Orden & Gaillard, 1996).

Referenties

- Fintelman, L.F.J. (1988). *Personele aspecten van het moderne gevecht. (Gevechts)stress en (gevechts)stressmanagement* (Rapport GW 8-12). Den Haag: AGW DPKL.
- Flach, A. & Vullings, H.F.M. (1996). *Personele aspecten van het moderne gevecht. Voórkomen en voorkómen van nadelige psychische gevolgen bij krijgsgevangenen en gegijzelde militairen* (Rapport GW 96-08). Den Haag: AGW DPKL.
- Wientjes, C.J.E. (1996). *Grensverleggende activiteiten, een evaluatie* (Rapport TM-96-A033). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Wientjes, C.J.E. & Gaillard, A.W.K. (1991). *Ontwikkeling van de Stressomat: toepassingen binnen de krijgsmacht* (Rapport TNO-TM 1991 A-55). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Wientjes, C.J.E., Meester, H. & Gaillard, A.W.K. (1994). *Stressonderzoek Dienst Grensbewaking Koninklijke Marechaussee Schiphol. Deel II: Praktijkbeproeving Stressomat* (Rapport TNO-TM 1994 A-55). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Wientjes, C.J.E., Spiekman, L.W.M., Benschop, J.F. & Hoogeweg, F. (1994). *Ontwikkeling en praktijkbeproeving stressomat: apparatuur, programmatuur en handleiding* (Rapport TNO-TM 1994 A-54). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Wientjes, C.J.E., Veltman, J.A. & Gaillard, A.W.K. (1996). *Cardiovascular and respiratory responses to cognitive task demands during simulation of a 135-day space flight*. (Rapport TM-96-B003). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Wientjes, C.J.E., Wisman, F., Orden, C.Y.D. van & Gaillard, A.W.K. (1996). *De invloed van grensverleggende activiteiten op situationele coping en fysiologische reactiviteit* (Rapport TM-96-A032). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

1.5 Groepsaspecten

Mensen functioneren bijna altijd in een sociale omgeving, samen met anderen. De laatste jaren is vanuit de Krijgsmacht meer belangstelling ontstaan voor de groepsaspecten van het functioneren van mensen in veelal complexe taakomgevingen. Als basis voor het sociaal-psychologisch onderzoek op TNO-TM is een literatuuroverzicht verschenen (Van Orden, 1994), waarin aan de orde komt:

- 1 hoe beïnvloedt de aanwezigheid van andere mensen de individuele taakprestatie?
- 2 welke taken worden beter door individuen en welke worden beter door groepen gedaan?
- 3 welke kenmerken van de groepsleden, van de groep en van de omgeving waarin een groep functioneert, zijn van invloed op de groepsproductiviteit?

Vraag 1 heeft de aanzet gegeven voor het experimenteel onderzoek naar de effecten van vermoeidheid en sociale omgeving op prestatie (beschreven in § 1.3). De invloed van groepsfactoren op produktiviteit (vraag 3) is onderzocht bij o.a. onderwaterverkenner van

de KL (Van Orden & Gaillard, 1993). Zo blijkt de sfeer en eenheid in de groep en de steun die de cursist ontvangt van medecursisten en instructeur mede te bepalen of iemand al dan niet slaagt voor de opleiding tot onderwaterverkenner. Verder is er de laatste jaren aandacht voor teamaspecten van besluitvorming (zie § 2.3) en training.

Groepscohesie

Tegenwoordig krijgen militairen tijdens het operationeel optreden te maken met krachtige stressoren. Gevechtstress kan de inzetbaarheid van het personeel in ernstige mate beperken. Onderzoek heeft aangetoond dat groepscohesie als een soort buffer werkt voor allerlei negatieve gevolgen van de oorlog, met name voor gevechtstress (Van Wingerden, 1990). Een hoge cohesie, wat in het rapport van Bos, Tibboel en Willigenburg (1994) gelijk gesteld wordt aan een hoog moreel, verkleint de kans op psychische instorting van een groep militairen ten gevolge van gevechtstress.

Bij de KL is met het oog hierop de Nederlandse Moreelvragenlijst opgesteld, die bij eenheden afgenomen kan worden om het moreel in een groep te meten. Aan de hand van de uitslagen van die vragenlijst, in samenhang met andere van invloed zijnde factoren, zoals recente gevechtservaringen, vermoeidheid enz., kan bezien worden of eventueel actie ondernomen moet worden om facetten van het moreel in de groep te verbeteren. De lijst is onlangs aangepast en opnieuw getoetst (Vullingsh, 1996). De volgende factoren van het concept moreel zijn in de vragenlijst uitgewerkt:

- 1 Horizontale groepscohesie
- 2 Verticale groepscohesie
- 3a Vertrouwen in zichzelf
- 3b Vertrouwen in de maten
- 3c Vertrouwen in wapens/materieel
- 3d Vertrouwen in de leiders
- 3e Vertrouwen in de ondersteunende eenheden
- 4 Motivatie
- 5 Bekendheid met opdracht/terrein
- 6 Zorgen maken over problemen
- 7 Betrokkenheid/legitimiteit

De factoren 3d "vertrouwen in de leiders", 2 "verticale groepscohesie" en 3b "vertrouwen in de maten" zijn het meest van belang voor moreel. Daarna volgt in belangrijkheid de groep met de factoren 4 "motivatie", 6 "zorgen maken over problemen" en 1 "horizontale groepscohesie". Een derde groep betreft de factoren 5 "bekendheid met opdracht en terrein" en 3a "vertrouwen in zichzelf". De laagste bijdrage aan moreel wordt geleverd door de factoren 7 "betrokkenheid/legitimiteit", 3c "vertrouwen in wapens en materieel" en 3e "vertrouwen in ondersteunende eenheden".

Maatregelen ter verhoging van het moreel worden in het rapport van Vullingsh (1996) niet direct aangereikt. In een ander rapport van GW (Vullingsh & Swanenberg, 1996) wordt gesteld dat één van de doelstellingen van PSYOPS (Psychologische Operatiën) kan zijn het stabiliseren of verhogen van het moreel van de eigen troepen. De KL heeft met dit rapport

een eerste aanzet gegeven voor het bestuderen van PSYOPS, wat vroeger psychologische oorlogsvoering genoemd werd. PSYOPS betreffen verschillende typen acties (m.b.v. pamfletten, radio en luidsprekers) met een tweeledig doel: 1) de inzetbaarheid van vijandelijke troepen en van vijandig gezinde bevolkingsgroepen reduceren en 2) het moreel van eigen troepen en bevriende burgerbevolking verhogen.

Van Wingerden (1990) heeft verder in zijn literatuuroverzicht over groepscohesie aangegeven welke factoren de cohesie in een groep versterken. Dit zijn:

- individuele factoren: persoonlijkheid en demografische factoren;
- taakfactoren: interdependentie, moeilijkheidsgraad en mate van uitdaging;
- organisatiefactoren: rotatiesysteem, accommodatie, organisatie van leiderschap, recruiting en training, groeps grootte, discipline, communicatie;
- groepsfactoren: uniformiteit in normen en waarden, sociale achtergrond, intergroepscompetitie, leiderschap, de groep als bron van sociale identiteit, toegang tot de groep;
- sociale factoren: status van het beroep, legitimiteit van oorlog, politieke oriëntatie.

Avenarius (1994) schetst cohesie vanuit de invalshoek van de zelfcategorisatietheorie. Dit betekent dat zij het ontstaan van cohesie niet verklaart op grond van interpersoonlijke aantrekkingskracht van de groepsleden, maar op grond van de sociale aantrekkelijkheid van de groep. Mensen hebben een bepaald beeld van het prototype groeps lid. Hoe sterker het idee dat de medegroepsleden voldoen aan dit prototype, hoe sociaal aantrekkelijker de groep, hoe sterker de groepscohesie.

Volgens Avenarius heeft cohesie zowel positieve als negatieve effecten. Als positieve effecten van cohesie noemt zij: grote mate van tevredenheid van de groepsleden, hoge motivatie om lid te blijven van de groep, grote sympathie en vertrouwen, bereidheid om groepsleden te beschermen en te helpen, hoge mate van conformiteit, hoge mate van uniformiteit, sterkere differentiatie tussen in- en outgroup en (mogelijke) deïndividualisatie.

Deze laatste vier effecten van cohesie kunnen ook als negatief bestempeld worden, zeker wanneer ze te extreme vormen aannemen. Deïndividualisatie, negatieve evaluatie van de mensen buiten de groep (outgroup) en een te sterk conformisme kunnen maken dat sterk cohesieve groepen zich naar de buitenwereld toe onaangenaam gedragen. Als voorbeeld wordt geschetst het gedrag van uitgezonden militairen jegens de lokale bevolking, of van beroepsmilitairen versus dienstplichtigen.

Als maatregel om dergelijke negatieve manifeste gevolgen te voorkomen stelt Avenarius voor het "prototype" zo te veranderen dat negatieve gedragingen worden afgewezen. Het prototype is te beïnvloeden via leiders, media, training, accentueren van overeenkomsten tussen groepen en individuen uit andere groepen of een gemeenschappelijke vijand.

Groepsdenken

Belangrijke beslissingen, waarvan de consequenties te groot zijn om door één persoon gedragen te worden, worden vaak overgelaten aan een *groep* mensen. Hierbij bestaat het risico dat groepsdenken gaat optreden (Schraagen, 1994). Dit fenomeen is door Janis

benoemd en het betekent dat mensen de neiging hebben om de unanimiteit en de eenheid in een groep te bewaren, ten koste van het zorgvuldig afwegen van alternatieve opties. Groepsdenken zou vooral optreden als de cohesie in de groep hoog is, er een autoritaire leider is en de beslisprocedures niet zo zijn ingericht dat er voor alle meningen ruimte is. Janis heeft een aantal desastreuze beslissingen uit de geschiedenis aan groepsdenken geweten.

Empirisch onderzoek laat zien dat voor Janis' veronderstellingen niet veel ondersteuning bestaat. De leiderschapsstijl blijkt wel van cruciaal belang: een sterk sturende leider kan verhinderen dat alternatieve opties op hun waarde worden geschat. Verder is het risico van het optreden van groepsdenken groter wanneer een beslissing onder tijdsdruk genomen moet worden en de groepsleden geen ervaring hebben met de situatie.

Aanbevelingen ter voorkoming van groepsdenken hebben vooral betrekking op het besluitvormingsproces: laat alle alternatieven voldoende aan bod komen; laat sommige groepsleden bepaalde rollen vervullen (zoals "advocaat van de duivel").

Referenties

- Avenarius, M. (1994). *Personele aspecten van het moderne gevecht. Positieve en negatieve kanten van groepscohesie* (Rapport GW 94-20). Den Haag: AGW DPKL.
- Bos, C.J. v.d., Tibboel, L.J. & Willigenburg, T.G.E. (1994). *Personele aspecten van het moderne gevecht. Een onderzoek naar de bruikbaarheid van de Nederlandse Moreelvragenlijst* (Rapport GW 94-05). Den Haag: AGW DPKL.
- Orden, C.Y.D. van (1994). *Het functioneren van groepen: een literatuuroverzicht* (Rapport TNO-TM 1994 B-2). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Orden, C.Y.D. van & Gaillard, A.W.K. (1993). *Groepskenmerken en duikprestatie* (Rapport IZF 1993 A-33). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Schraagen, J.M.C. (1994). *Groepsdenken: literatuurstudie en implicaties voor commandovoering binnen de KL* (Rapport TNO-TM 1994 A-46). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Vullings, H.F.M. (1996). *Personele aspecten van het moderne gevecht. De Nederlandse moreelvragenlijst: een instrument voor het meten van moreel* (Rapport GW 96-16). Den Haag: AGW DPKL.
- Vullings, H.F.M. & Swanenberg, A.B.G.J. (1996). *Personele aspecten van het moderne gevecht. Psychologische Operatiën (PSYOPS)* (Rapport GW 96-17). Den Haag: AGW DPKL.
- Wingerden, H. van (1990). *Personele aspecten van het moderne gevecht. Groepscohesie* (Rapport GW 90-05). Den Haag: AGW DPKL.

2 TAAKUITVOERING

2.1 Mentale belasting

Door snelle technische ontwikkelingen worden commandocentrales, cockpits, e.d. steeds complexer, waardoor de eisen die aan de operator gesteld worden groter worden. Daarom is er op TNO-TM veel belastingsonderzoek uitgevoerd, voornamelijk bij vliegers, maar ook aan boord van schepen.

Mentale werkbelasting ontstaat wanneer de capaciteit van een taakuitvoerder maar net genoeg is om te voldoen aan de taakeisen. Taken zijn mentaal belastend als ze veel aandacht vragen of als de energetische toestand van de taakuitvoerder niet optimaal is om de taak te verrichten. In deze situatie moet de taak onder cognitieve controle worden uitgevoerd: aandacht wordt verdeeld over de verschillende aspecten van de taak en mentale inspanning wordt gemobiliseerd om de tekorten in de energetische toestand te compenseren. Militairen staan bloot aan tal van stressoren, die de energetische toestand veranderen. Hierdoor wordt de taakverrichting ongunstig beïnvloed (Veltman, 1991).

Een reeks van experimenten naar werkbelasting bij vliegers moet resulteren in een meet-systeem waarmee in praktijksituaties mentale werkbelasting kan worden gemeten. Het betreft een combinatie van subjectieve maten (vragenlijsten), prestatie en fysiologische variabelen. Een viertal experimenten, gericht op de ontwikkeling van een dergelijk systeem, worden hieronder kort beschreven.

Het eerste experiment (Veltman & Gaillard, 1993) leverde de volgende resultaten:

- Hartslag, hartslagvariabiliteit en een aantal ademhalingsvariabelen zijn geschikt om veranderingen in mentale inspanning te reflecteren;
- Een eenvoudige subjectieve schaal (BSMI) is beter geschikt voor het bepalen van de werkbelasting dan een complexe schaal (TLX);
- Cortisol (bepaald uit het speeksel) is een veelbelovende maat voor het voorspellen van individuele verschillen in taakprestatie.

Voortbordurend op deze gegevens is onderzoek gedaan bij vliegers in een vliegsimulator, waarbij tijdens het vliegen hartslag, bloeddruk, ademhaling en oogknippers werden geregistreerd (Veltman & Gaillard, 1994). Ook werd gebruik gemaakt van een werkbelastings-schaal en werd cortisol gemeten. Hartslag en bloeddruk bleken gevoelig voor veranderingen in de taakmoeilijkheid. Oogknippers bleken gevoelig voor de visuele belasting. Bij een hoge visuele belasting nam het aantal en de duur van de oogknippers af. Het aantal oogknippers nam toe naarmate er meer scenario's gevlogen werden, waardoor dit een goed indicatie lijkt voor vermoeidheid. Het cortisolniveau was bij de meeste proefpersonen na afloop van de taak duidelijk verhoogd.

In een derde experiment (Veltman, Gaillard & Van Breda, 1995) is gekeken hoe vliegers fysiologisch reageren op piekbelasting. Hartslag en bloeddruk waren tijdens de taken duidelijk verhoogd ten opzichte van rustperiodes voor en na de taak. Deze maten waren ook gevoelig voor piekbelasting. De hartslagvariabiliteit was voor piekbelasting niet gevoelig.

Frequentie en duur van oogknipperingen waren tijdens het zoeken (van een doelvliegtuig) lager dan tijdens rust, maar verminderden niet verder tijdens piekbelasting. Oogknipperingen zijn dus gevoelig voor visuele, maar niet voor mentale belasting. De piekbelasting had geen invloed op de prestatie en fysiologische maten direct na de piek, waaruit afgeleid kan worden dat mensen snel herstellen na een kortdurende mentale belasting.

Deze diverse werklastmaten zijn ook ingezet om te zien of ze kunnen differentiëren tussen verschillende niveaus van taakmoeilijkheid (Veltman & Gaillard, 1996). Alle fysiologische reacties waren gevoelig voor verschillen tussen rust en vliegen en tussen diverse taken. Voor verschillen in moeilijkheidsgraad binnen één taak was alleen hartslaginterval gevoelig.

Werkbelastingsonderzoek kan leiden tot heel praktische suggesties voor verbetering. Zo kon uit een evaluatie van de werkbelasting in de technische centrale van het M-fregat (Boer, 1996) geconcludeerd worden dat de E-operator te zwaar belast was door zijn "opzoektaak". Een *averijbord* zou daarom beter zijn dan een *averijplot*. Met dergelijk onderzoek krijgt de KM een bredere kijk op de voor- en nadelen van eigen ontwerpen, waar de volgende generatie fregatten weer profijt van heeft.

Een onderwerp apart is de "storingsfascinatie". Mensen hebben de neiging om als zich een storing voordoet hier teveel aandacht aan te schenken. Deze onjuiste aandachtsverdeling kan een reëel probleem zijn. Het risico is het grootst als de operator voor het eerst de situatie meemaakt. Vermoedelijk staat dit overigens los van de werkbelasting. Het principe van de storingsfascinatie kan door de KM prima opgenomen worden in (bridge) crew resource management trainingen, eveneens bij de Orion crew (Boer, 1996b).

Referenties

- Boer, L.C. (1996a). *Werkbelasting in de technische centrale van het M-fregat* (Rapport TM-96-A034). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Boer, L.C. (1996b). Losing task situation awareness. *Proceedings 2nd Automation Technology and Human Performance Conference*. Cocoa Beach FL, VS.
- Veltman, J.A. (1991). *Mentale werkbelasting bij vliegers: theoretisch kader en literatuuroverzicht* (Rapport IZF 1991 A-33). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Veltman, J.A. & Gaillard, A.W.K. (1993). *Evaluation of subjective and physiological measurement techniques for pilot workload* (Rapport IZF 1993 A-5). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Veltman, J.A. & Gaillard, A.W.K. (1994). *Evaluation of pilot workload in a simulated environment* (Rapport TNO-TM 1994 A-48). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Veltman, J.A., Gaillard, A.W.K. & Breda, L. van (1995). *Physiological reactions to workload peaks* (Rapport TNO-TM 1995 A-33). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Veltman, J.A. & Gaillard, A.W.K. (1996). *Physiological reactions to increasing levels of task difficulty* (Rapport TM-96-A026). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

2.2 Mens-machine interface

Onderzoek naar mens-machine interface is gericht op de verdeling van taken tussen mens en machine en de informatiepresentatie zodanig te organiseren dat het functioneren van het gehele systeem geoptimaliseerd wordt. Zo zijn vanaf 1987 in het kader van het Nationaal Technologie Project "Multi Purpose Workstation" de mogelijkheden van nieuwe mens-machine interfaces voor gebruik in commandocentrales van fregatten geëvalueerd (zie bv. Passenier, Van Delft & Houttuin, 1993). In het bijzonder heeft dit bijvoorbeeld geleid tot het inzetten van "multiple windows" (Passenier, Van Delft & Houttuin, 1991) en tactische objecten: beeldschermen waarop informatie opgevraagd kan worden door ze aan te raken. Een andere ontwikkeling is die van de "beeldfusie": beelden van verschillende typen sensoren (warmtebeelden en gewone beelden) kunnen gefuseerd en geïntegreerd op een beeldscherm aangeboden worden (Toet, 1990; Toet & Walraven, 1995).

Deze kennis wordt ook ingezet voor het ontwerpen van de toekomstige Commando Centrales van de KM (Van Delft & Schuffel, 1995). Als vervolg op het Multiple Purpose Workstation project is onder de naam TWIST (Tactical Window Support Tools) een vervolgtraject opgezet waarin nadere uitwerking en invulling gegeven wordt aan de voorgestelde interface-concepten gericht op de taken van de luchtverdedigingsofficier (Van Delft & Passenier, 1996). De werkzaamheden van een luchtverdedigingsofficier zijn geobserveerd, om knelpunten in de informatie-overdracht op te sporen (Passenier, Van Delft, Merkelbach & Boer, 1995). Deze observaties hebben o.a. aanknopingspunten geboden voor het ontwikkelen van luchtverdedigingsscenario's die in het C2-lab op TNO gebruikt worden. Een eerste validatie van die scenario's heeft inmiddels plaatsgevonden (Schraagen, Passenier & Houttuin, 1996) en ze blijken wel bruikbaar, zeker als ze nog "kritischer" gemaakt worden. Met de onderzoeksfaciliteiten die er nu zijn op TNO (C2-lab met goede scenario's) kunnen de in het TWIST-project aangedragen oplossingen worden getoetst.

Ook in de andere simulatoren die op TNO beschikbaar zijn worden nieuwe technologische ontwikkelingen getest, zoals verbeterde grafische displays, head-up displays, enhanced vision systems en helmet-mounted displays, die potentiële mogelijkheden bieden om de werklast te verlagen en de "situational awareness" te vergroten (Korteling, Van Gent & Van der Borg, 1995).

Voorbeelden van enkele experimenten:

Op afstand bedienbare mijnenvegers

Met behulp van een simulatie is onderzocht hoe goed mensen in staat zijn mijnen te vegen op afstand (Boer, 1995c). Er werden drie verschillende simulaties gebruikt, waarin de mate van automatisering verschilde. Mensen bleken het best te functioneren wanneer ze door het automatisch systeem ondersteund werden, zonder dat het systeem hun werk echt helemaal overnam. Met dergelijke experimenten is de juiste mate van automatisering te bepalen.

3D displays

Bij het vliegen, waarbij inbegrepen het besturen van onbemande voertuigen, is goede presentatie van visuele informatie van groot belang. Vliegers kampen met overbelasting doordat allerlei displays en het buitenbeeld moeten worden bekeken. Onduidelijke, moeilijk interpreteerbare displays en visueel zoeken kosten seconden die het verschil uitmaken tussen overleven of verliezen. Voor een overzicht, zie Korteling, Van Gent en Van der Borg (1995). Uit een experiment met de vliegsimulator bleek dat de prestatie bij het opsporen van een bewegend (vijandelijk) vliegtuig sterk verbetert met behulp van een zelf-ontwikkeld perspectivisch (3D) situatie display (exocentrisch inside-out display) dat naar wens op een beeldscherm kan worden gepresenteerd. Er treedt een halvering van de zoektijden op. Het behoeft geen betoog dat een dergelijke winst al snel het verschil tussen overleven en verliezen zal uitmaken (één volledig bewapend en toegerust F-16 jachtvliegtuig kost ongeveer Mfl 35–45) (Van Breda & Veltman, 1995).

Ook 3D audio displays blijken grote voordelen te bieden. In een experiment waarin vliegers in een vliegsimulator een gevechtsvliegtuig moesten volgen, bleek dat de doelvliegtuigen met behulp van een 3D audio display net zo snel konden worden opgespoord als met een conventioneel 2D radarbeeld. De combinatie van radarbeeld en 3D audio display leidde tot de beste prestaties en de laagste mentale werkbelasting (Veltman, Van Breda & Bronkhorst, 1994). Het voordeel van 3D geluid is dat het continu verwerkt kan worden, naast de grote hoeveelheid visuele informatie die aangeboden wordt. Dit biedt perspectieven voor tal van toepassingen.

In een vervollexperiment bleek dat bij het opsporen van doelvliegtuigen het best werd gepresteerd met het eerder genoemde perspectivische (3D) radarbeeld. Het 3D geluid hielp als het gecombineerd werd met het conventionele 2D radarbeeld. Tevens leverde dit display een betere taakprestatie op een visuele neventaak, waaruit blijkt dat d.m.v. 3D geluid meer aandacht beschikbaar blijft voor visuele taken.

Onbemande vliegtuigen

Het besturen van maritieme onbemande vliegtuigen (MUAV's: maritime unmanned air vehicles) wordt gecompliceerd door beperkingen in de informatievoorziening zoals gebrekkige voertuigreferenties, een klein gezichtsveld, lage resolutie en update frequentie van het buitenbeeld en het gebrek aan haptische en vestibulaire informatie. Gevolg is een gebrekkig situationeel bewustzijn. "Je zit er niet in".

Een simulatorexperiment is uitgevoerd om na te gaan hoe effectief operators onder verschillende werklastcondities een bewegend doel kunnen volgen tijdens een multi-MUAV supervisietaak (Van Breda, 1995). De resultaten laten zien dat de operators zeer goed in staat zijn het doel in beeld te houden, ook al is de verbaal-cognitieve werklast vanwege allerlei neventaken erg hoog. Bij variërende werklast bleek de volgnauwkeurigheid bij snelvarende doelen niet primair wordt bepaald door de verbaal/cognitieve werklast, maar door de eigenschappen van het sensorbeeld. De frequentie waarmee het beeld steeds wordt bijgewerkt is hierbij echter cruciaal. Is deze frequentie lager dan 4 Hz, dan stijgt de

volgfout. Aangezien een dergelijke hoge bijwerkkrequentie technisch niet mogelijk is zijn er aanbevelingen gedaan op het gebied van presentatie en oriëntatie, om ondanks de beperkingen toch een zo goed mogelijke prestatie te garanderen. Geadviseerd werd het effect van field of view, spatiële en temporele resolutie, video compressie op de waarneming nader te onderzoeken aan de hand van video registraties.

In een andere serie studies met behulp van de nieuwe Remotely Piloted Vehicle (RPV) simulator (Korteling & Van Breda, 1994) werd aangetoond dat operators van maritieme onbemande vliegtuigen bewegende doelen beter met hun camera kunnen volgen, beter ruimtelijk georiënteerd zijn, en beter doelen kunnen opsporen wanneer, met behulp van eenvoudige simulatietechnieken, een kunstmatig aardvast raster van lijnen op zeeniveau (Computer Generated Grid, CGG) wordt gesuperponeerd (head-up) over het sensorbeeld. In tegenstelling tot meer conventionele displays geeft dit continu zichtbare raster alle bewegingen van zowel het platform als de camera direct en op inzichtelijke wijze weer. Deze methode is met name van belang omdat andere verbeteringsmogelijkheden van de buitenbeeld informatie, zoals verhoging van de data-link capaciteit, beperkt en erg duur zijn (Van Erp, Korteling & Kappé, 1995; Van Erp, Kappé & Korteling, 1996).

Referenties

- Boer, L.C. (1995c). Function allocation for remotely controlled mine-sweepers. *Proceedings of the 1995 Undersea Defence Technology Conference*, Cannes, France, 4-6 July 1995, p. 158-162.
- Enkele voorstellen voor taakverdeling tussen mens en machine werden getoetst in scheepssituaties, waarbij zowel prestatie als werkbelasting werden gemeten.
- Breda, L. van (1995). *Operator performance in multi maritieme unmanned air vehicle control* (Rapport TNO-TM 1995 A-76). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Uit een simulatorexperiment blijkt dat tijdens een MUAV supervisietaak de volgnauwkeurigheid bij snelvarende doelen niet primair wordt bepaald door de verbaal/cognitieve werklast, maar door de eigenschappen van het sensorbeeld.
- Breda, L. van & Veltman J.A. (1995). *3D grafische informatie in de cockpit als hulp bij het opsporen van doelvliegtuigen* (Rapport TNO-TM 1995 A-37). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Uit een simulatorexperiment bleek dat een perspectivische situatiedisplay helpt bij het opsporen van een doelvliegtuig. Met name inside-out bewegingsreferentie levert halvering van de zoektijd op in vergelijking tot het huidige radardisplay.
- Delft, J.H. van & Schuffel, H. (samenstellers) (1995). *Human factors onderzoek voor toekomstige Commando Centrales KM* (Rapport TNO-TM 1995 A-19). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- De KM wil de exploitatiekosten van toekomstige fregatten verlagen. Het human factors onderzoek kan hieraan ondermeer bijdragen door de toedeling van taken aan mens en machine kritisch te analyseren en het nut van nieuwe technieken voor gemeenschappelijke beeldvorming, grafische informatiepresentatie en object-manipulatie te toetsen.
- Delft, J.H. van & Passenier, P.O. (1996). *TWIST: Ondersteuningsconcepten voor de Luchtverdedigingsofficier* (Rapport TNO-TM in concept gereed). Soesterberg: TNO Technisch Menskunde.
- Erp, J.B.F. van, Korteling, J.E. & Kappé, B. (1995). *Visual support in camera control from a moving unmanned aerial vehicle* (Rapport TNO-TM 1995 A-26). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

- Erp, J.B.F. van, Kappé, B. & Korteling, J.E. (1996). *Visual support in target search from a simulated unmanned aerial vehicle* (Rapport TM-96-A002). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Korteling, J.E. & Breda, L. van (1994). *RPV research simulator* (Rapport TNO-TM 1994 A-52). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Korteling, J.E., Gent, R.N.H.W. van & Borg, W. van der (1995). *Visuele informatiepresentatie in gevechtsvliegtuigen* (Rapport TNO-TM 1995 A-15). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Een overzicht wordt gegeven van de human factors principes inzake de visuele informatiepresentatie in gevechtsvliegtuigen en nieuwe ontwikkelingen op dit gebied zoals "glass cockpit" en helmet mounted displays.
- Passenier, P.O., Delft, J.H. van & Houttuin, K. (1991). *"WINDOW" manipulatie als identificatiehulpmiddel bij het tactisch situatie display* (Rapport IZF 1991 A-26). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Passenier, P.O., Delft, J.H. van & Houttuin, K. (1993). *Een object-georiënteerde interface voor het "Multi-Purpose Workstation"* (Rapport IZF 1993 A-27). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Passenier, P.O., Delft, J.H. van, Merkelbach, E.J.H.M. & Boer, L.C. (1995). *Observatiestudie van de taak van Luchtverdedigingsofficier* (Rapport TNO-TM 1995 A-4). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Uit een observatiestudie van de luchtverdedigingstaak blijkt dat zich bij informatie-overdracht knelpunten voordoen. Op een compenserend niveau is de uitvoering van procedures als reactie op korte afstands dreigingen sub-optimaal. Op een anticiperend niveau is de inschatting van de toekomstige dreiging op basis van de actuele toestand te selectief.
- Schraagen, J.M.C., Passenier, P.O. & Houttuin, K. (1996). *Besluitvorming in toekomstige commandocentrales: Validatiestudie van luchtverdedigingsscenario's* (Rapport TM-96-A012). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Toet, A. (1990). *Multi-resolutie contrasterversterking toegepast op beeldintegratie* (Rapport IZF 1990 A-9). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Toet, A. & Walraven, J. (1995). *Dynamic image fusion through colour coding—an MPEG movie* (Rapport TNO-TM 1995 A-62). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Veltman, J.A., Breda, L. van & Bronkhorst, A.W. (1994). *Informatievoorziening in de cockpit: opsporen van andere vliegtuigen met behulp van een 3D audio display* (Rapport TNO-TM 1994 A-32). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

2.3 Besluitvorming

Besluitvorming in militaire operaties wordt gekenmerkt door een grote mate van onzekerheid. Bovendien moet meestal veel informatie worden verwerkt in een beperkte tijdspanne. Binnen de groep Cognitie van TNO-TM staat de vraag centraal hoe het beslisproces van de commandant en zijn staf ondersteund kan worden (Kerstholt, 1995a). Daarbij worden de volgende stappen in het besluitvormingsproces onderscheiden: het verzamelen van informatie, het afwegen van consequenties van alternatieve opties en het omgaan met de dynamiek van de taak (tijd).

Uit onderzoek naar de manier waarop met informatie wordt omgegaan blijkt dat beslissingen vaak op een beperkt deel van de informatie worden gebaseerd. Tactische beslissers blijken snel één optie te selecteren, en vervolgens over deze specifieke optie meer informatie in te winnen. Op deze manier kan men snel een beslissing nemen, maar de kans is groot dat het de verkeerde is. Verder blijken mensen de neiging te hebben om alleen die informatie op te nemen die hun verwachtingen bevestigt, en de informatie die hun verwachtingen tegen-

sprekt te negeren. Om de mentale werkbelasting te reduceren zou het verzamelen van informatie ondersteund kunnen worden door een deel hiervan te automatiseren. Met behulp van een computer kunnen bijvoorbeeld alternatieve aanvalsroutes geëxploreerd worden, of personele consequenties van bepaalde acties doorberekend worden.

Bij besluitvorming in militaire operaties moet rekening gehouden worden met een tijdsdimensie, omdat het vaak plaatsvindt in snel veranderende omstandigheden: het is niet alleen van belang wat er moet gebeuren om een missie te volbrengen, maar ook wanneer dit moet gebeuren. Juist naar besluitvormingsprocessen in dergelijke veranderende situaties (dynamisch beslisgedrag) is op TNO veel onderzoek gedaan (Kerstholt, 1995b, 1995c; Kerstholt & Raaijmakers, 1995; Kerstholt, 1996). De resultaten uit deze studies rechtvaardigen de conclusie dat mensen niet goed om kunnen gaan met de tijdsdimensie: er wordt te weinig gelet op hoeveel tijd het kost om informatie in te winnen en op de snelheid waarmee een situatie verandert. Terugkoppeling over de consequenties van een beslissing komt vaak met enige vertraging, wat nog een extra complicerende factor is. Ondersteuning van dit proces zou kunnen gebeuren door tijd en plaats realistisch te visualiseren.

Besluitvorming in teams

Veel beslissingen worden in teamverband genomen. In de militaire organisatie betekent dit veelal dat een commandant weliswaar verantwoordelijk is voor het nemen van een beslissing, maar hij kan deze beslissing niet nemen zonder informatie van anderen te verkrijgen. In die zin werken commandant en staf als een team samen. Een "teambeslissing" betekent dus niet altijd dat deze op basis van consensus genomen wordt. Onder team wordt verstaan (Schraagen, 1995):

- een team bestaat uit twee of meer mensen;
- een team voert gezamenlijk een missie uit;
- binnen het team is sprake van een duidelijke functieverdeling;
- de teamleden zijn van elkaars informatie afhankelijk;
- vaak is één teamlid verantwoordelijk voor het nemen van een beslissing.

Zowel in de planning als in de uitvoering van operaties is een goed verlopende communicatie tussen teamleden essentieel om informatie uit te wisselen, fouten te detecteren en te corrigeren, en om een gemeenschappelijke mentale representatie van de situatie op te bouwen. Schraagen (1995) schetst enkele resultaten uit eerder onderzoek die het belang van communicatie aantonen:

- De effectiviteit van een team neemt toe als één of meer teamleden van tevoren informatie verschaft zonder daar om gevraagd te zijn. Het ongevraagd verschaffen van informatie aan andere teamleden kan worden bevorderd door teamleden in elkaars taken te laten trainen.
- Verschillende studies hebben correlaties gevonden tussen teamprestatie en teamcoördinatie en -communicatie.
- In een aantal anekdotische studies aan boord van Amerikaanse marineschepen is aangetoond dat een grote mate van informatie-uitwisseling tussen teamleden tot het sneller onderkennen en herstellen van fouten leidde.

- Ondersteuning van effectieve communicatie kan worden bewerkstelligd door teamleden gezamenlijk via beeldschermen een taak te laten uitvoeren ("shared workspaces"). Hierdoor weet men van elkaar welke acties worden ondernomen en hoe deze passen in het geheel. Indien het mogelijk is deze gemeenschappelijke beeldvorming via spraak te laten verlopen, verdient dit de voorkeur. Shared workspaces kunnen een goede aanvulling zijn indien het auditieve kanaal overbelast is of in het geval van taken met een sterk grafische component.

Het construct "gemeenschappelijke mentale modellen" lijkt belangrijk om zowel deze onderzoeksresultaten als het falen van echte teams te verklaren. Gemeenschappelijk mentale modellen zouden een team in staat stellen te anticiperen en adaptief te reageren op veranderingen in de omgeving. Kennis van elkaars taken is voor teamleden wellicht van belang om in kritische situaties tijdig op informatiebehoefte van andere teamleden te anticiperen.

Schraagen (1995) heeft een onderzoeksparadigma ontwikkeld ("de brandweertaak") waarmee deze veronderstellingen getoetst kunnen worden.

Referenties

- Kerstholt, J.H. (1995a). *Beslissen onder onzekerheid: theorie en de militaire praktijk* (Rapport TNO-TM 1995 A-24). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- In het licht van het besluitvormingsproces bij de KL wordt een overzicht gegeven van empirisch onderzoek naar beslisdgedrag onder onzekerheid. Deze bevindingen worden gerelateerd aan mogelijkheden voor ondersteuning.
- Kerstholt, J.H. (1995b). *The effect of information costs on strategy selection in dynamic tasks* (Rapport TNO-TM 1995 B-8). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Suboptimale strategieselectie in dynamische diagnosetaken kan worden toegeschreven aan enerzijds de moeilijkheid om de diagnostische waarde van informatie af te wegen tegen de kosten en anderzijds een verwaarlozing van tijddimensie.
- Kerstholt, J.H. (1995c). Decision making in a dynamic situation: the effect of false alarms and time pressure. *Journal of Behavioral Decision Making*, 8, 181-200.
- Als de kans op een "false alarm" in een systeem toeneemt beginnen proefpersonen later met het stellen van een diagnose, verwerken zij informatie langzamer en nemen hun prestaties af.
- Kerstholt, J.H. & Raaijmakers, J.G.W. (1995). *Decision making in dynamic task environments* (Rapport TNO-TM 1995 B-13). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Een overzicht wordt gegeven van het huidige onderzoek op het gebied van dynamisch beslisdgedrag. Geopperd wordt dat toekomstig onderzoek zich zou moeten richten op simpele taakomgevingen die zijn afgestemd op specifieke onderzoeksvragen.
- Kerstholt, J.H. (1996). *Dynamic Decision Making*. Amsterdam: Proefschrift UvA.
- Schraagen, J.M.C. (1995). *Besluitvorming in teams: een onderzoeksparadigma* (Rapport TNO-TM 1995 B-1). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Het construct "gemeenschappelijke mentale modellen" lijkt belangrijk om inzicht te krijgen in knelpunten bij de besluitvorming in commandovoering. Een onderzoeksparadigma is ontwikkeld waarmee dit construct nader experimenteel kan worden onderzocht.

3 DE WERKOMGEVING

3.1 Uitrusting

Er wordt door TNO-TM veel onderzoek gedaan naar de uitrusting van militairen. Het gaat dan veelal om het testen van kleding en uitrusting (slaapzakken, bekleding), maar ook om beschermingsmiddelen zoals gasmaskers. Zo is door Heus (1994) bijvoorbeeld de bruikbaarheid van de PSU van de KL voor het Korps Mariniers onderzocht: de kleding bleek zeer goed bruikbaar, de overige onderdelen van de PSU voldeden niet altijd aan de specifieke eisen van de Mariniers (gevechtsbekleding, beschermingsmiddelen, slaapzak en tent). Het kledingpakket kon dus met minimale aanpassingen ingevoerd worden.

Verder zijn diverse onderzoeken met slaapzakken verricht, met name voor wat betreft de wasbaarheid in relatie tot het behoud van isolatie, en naar de minimale slaaptemperaturen voor de diverse slaapzaktypen (Havenith & Wammes, 1996). Bij alle polyester vulmaterialen bleek isolatievermindering op te treden onder invloed van wassen en gebruik. Een studie naar het effect van de 4-mans marinierstent op de slaaptemperaturen loopt nog.

Naast kleding mogen ook technische details van de uitrusting (helmet mounted displays e.d.) zich in steeds meer belangstelling verheugen. Deze ontwikkeling staat bekend onder de noemer "Soldier Modernization". Verder komt het voor dat heel specifieke onderdelen van de "uitrusting" door TNO worden getest. Dit is bijvoorbeeld het geval geweest bij gehoorbescherming (Verhave & Agterhuis, 1995) en bifocale lenzen (Kooi, Holewijn & Punt, 1995). Diverse typen harde bifocale lenzen zijn getest bij tal van verschillende taken, die dichtbij en veraf kijken vereisten. Één lens kwam er als beste uit (Monovision), maar de combinatie van een lens voor de verte, met een bril voor dichtbij geeft de beste correctie.

Referenties

- Havenith, G. & Wammes, L.J.A. (1996). *Vergelijkend onderzoek van het effect van wassen op drie slaapzakken en 4 typen slaapzakmonsters t.b.v. de mariniers* (Memo TNO-TM 1996-M40). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Heus, R. (1994). *Operationele beproeving van de PSU van de KL door het Korps Mariniers* (Rapport TNO-TM 1994 A-20). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Kooi, F.L., Holewijn, M. & Punt, H. (1995). *Evaluatie van harde bifocale contactlenzen voor de Krijgsmacht: Optometrische tests* (Rapport TNO-TM 1995 A-8). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Er werden drie soorten bifocale contactlenzen vergeleken op bruikbaarheid voor piloten. Alleen het type "Monovision" blijkt aan de eisen te voldoen.
- Verhave, J.A. & Agterhuis E. (1995). *Gehoorbescherming en spraakverstaanbaarheid van de Gallet brandweerhelm in combinatie met oordoppen* (Rapport TNO-TM 1995 A-11). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Voor het brandweerpersoneel op de vliegbasis Volkel werd vastgesteld dat tijdens werkzaamheden in hoge lawaainiveaus (pompen e.d.) met uitzondering van de F-16 take-off, oordoppen voldoende bescherming bieden.

3.2 Antropometrie

Het is zaak dat de ontwerprichtlijnen voor werkruimten aan boord van vlieg- en vaartuigen gebaseerd zijn op actuele gegevensbestanden van lichaamsafmetingen van hun gebruikers. Dergelijke bestanden blijken echter vaak verouderd. Voor de KLu zijn daarom recentelijk 54 helikoptervliegers met een elektronische "antropometer" bemeten, al dan niet met hun vliegerkleding (Daanen, Ellens & Schreibers, 1995). De gemeten populatie bleek inderdaad veel langer dan de bij de helikopterontwerpen gehanteerde antropometrische uitgangspunten. Dat betekent dat er problemen kunnen ontstaan met betrekking tot het optimaal functioneren in de cockpit. Deze problemen worden nog groter als men de kleding in aanmerking neemt. Schoenen veroorzaken veelal een toeslag van 38 mm in verticale richting en een helm zelfs van 48 mm. In de toekomst breidt de uitrusting van vliegers zich alleen nog maar uit (met helmet mounted displays enz.), waardoor de werkruimte relatief steeds krappert. Het is daarom belangrijk om in NAVO-verband nieuwe antropometrische richtlijnen op te stellen.

Dezelfde conclusie volgt uit recent uitgevoerd onderzoek met de elektronische antropometer bij 17-18 jarige HAVO/VWO schoolverlaters, de "bronnpopulatie" van de KLu. Een opvallend hoog percentage van mannelijke populatie overschreed de selectiecriteria, te weten lichaamslengte (193cm), zithoogte en bil-knieschijf diepte. Opmerkelijk was verder dat 12% van de gemeten vrouwelijke schoolverlaters kleiner waren dan de vastgestelde ondergrens voor lichaamslengte (163 cm). Dergelijke bevindingen pleiten ervoor bij de evaluatie van werkplekken rekening te houden met antropometrische aspecten (Oudenhuijzen & Werkhoven, 1996).

In opdracht van de KLu is een methode ontwikkeld om actuele antropometrische bestanden te extrapoleren naar de nabije toekomst. Op basis van beschikbare nationale groeistudies kan een voldoende betrouwbare schatting worden gemaakt van de longitudinale toename van de gemiddelde stahoogte. Toegepast op de huidige bronnpopulatie van de KLu zou dit een toename van de stahoogte van 2.0 ± 0.5 cm geven over twee jaar. Voor overige lichaamsmaten zijn onvoldoende groeistudies beschikbaar om een directe extrapolatie te kunnen doen. Eventueel kan dit wel indirect, maar de fouten die hierbij gemaakt worden zijn onaanvaardbaar groot (5-7 cm). Daarom is het van belang recente antropometrische studies elke twee jaar te herhalen (Werkhoven, 1996).

Referenties

- Daanen, H.A.M., Ellens, E. & Schreibers, K.B.J. (1995). *Antropometrie van KLu helikopter-cockpitbemanningsleden* (Rapport TNO-TM 1995 A-7). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- De lichaamsafmetingen van KLu helikopterbemanningsleden zijn groter dan de ontwerpcriteria voor heli's. De criteria moeten nodig worden herzien.
- Oudenhuijzen, A.J.K. & Werkhoven, P.J. (1996). *Antropometrische steekproef onder HAVO/VWO schoolverlaters* (Rapport in voorbereiding). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Werkhoven, P.J. (1996). *Extrapolatie van antropometrische gegevens* (Rapport in voorbereiding). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

3.3 Klimaat

Koude

Mensen die in strenge kou hun taak moeten uitvoeren (dekwerkzaamheden, mariniers in Noorwegen) hebben vaak problemen met het warmhouden van handen en voeten. Afkoeling, net name van de handen, leidt tot een afname in de handvaardigheid en de kracht die de handen kunnen leveren. Dit resulteert in een tragere taakuitvoering en in een verhoogd risico op ongevallen. Effecten van koude op handvaardigheid zijn vaak onderwerp van studie geweest. Inmiddels zijn de resultaten van verschillende onderzoeken naar handvaardigheid in de kou samengevat in een rekenmodel, waarmee de afname van de handvaardigheid op eenvoudige wijze geschat kan worden, door gegevens over temperatuur, wind, zonneschijn, blootstellingstijd, e.d. in te toetsen (zie Havenith & Daanen, 1994).

In een overzichtsartikel van Heus, Daanen en Havenith (1995) worden, voor verschillende delen van het lichaam, minimumnormen aangegeven, die in verband met veiligheid en prestatie nog net toelaatbaar zijn. Dat zijn de volgende minimumnormen: de huid lokaal (op de vinger) 15°C; de zenuw 20°C; spier 28°C. Voor praktische toepassingen is het uiteraard niet nodig om deze maten allemaal op te nemen. Dat kan niet eens, want sommige zijn alleen door geneeskundig personeel te bepalen. Om mensen in het veld te adviseren volstaat het om alleen de huidtemperatuur te bepalen. Men kan zich zelfs beperken tot subjectieve beoordeling van pijn en thermisch comfort, voor het voorspellen van verlies van handvaardigheid door de kou. Verlies van handvaardigheid treedt pas op als mensen de temperatuur van handen als "oncomfortabel koel" of erger noemen, of als ze lichte pijn gaan ervaren in hun handen.

Warmte

Als onder warme omstandigheden gewerkt wordt, is de prestatie veelal minder dan in een normale situatie. Met name bij het gebruik van NBC beschermende kleding treden vaak warmteproblemen op. De individuele reactie van mensen op arbeid in de warmte is al enige tijd onderwerp van studie. In de klimaatkamers van TNO kan de energiehuishouding bij verschillende temperaturen en luchtvochtigheden onderzocht worden. Ook voor hittebelasting is inmiddels een rekenmodel beschikbaar (Havenith & Daanen, 1994; Havenith & Vrijkotte, 1994). In het model zijn de volgende factoren opgenomen die een rol spelen bij de vraag hoe mensen op hitte reageren: fysieke fitheid, acclimatisatie, vochthuishouding, geslacht, leeftijd en antropometrische maten. Ook is in het model rekening gehouden met het eventueel dragen van thermisch belastende kleding zoals NBC-uitrusting. Verder onderzoek moet het model verder detailleren en perfectioneren. In de toekomst zal het daarmee mogelijk zijn om bijvoorbeeld antwoord te krijgen op de volgende vraag: "Als een persoon overgewicht heeft, hoe zal dit zijn hittetolerantie beïnvloeden en kan hij een eventueel verlies compenseren met fysieke fitheid?"

Onder andere is bestudeerd hoe de reacties van ouderen op hitte zijn, aangezien vaak verondersteld wordt dat ouderen het meest last van de warmte hebben. Bij een temperatuur van 35°C en een relatieve luchtvochtigheid van 85% hebben 73 proefpersonen een uur lang

arbeid verricht. Leeftijd bleek inderdaad een belangrijke predictor voor enkele cardiovasculaire reacties op warmte (huiddoorbloeding, bloeddruk), maar de warmtebelastingsmaten lichaamstemperatuur en hartfrequentie bleken nauwelijks samen te hangen met leeftijd. De effecten van leeftijd op zich, op lichaamstemperatuur en zweetproductie, zijn dus verwaarloosbaar vergeleken met de effecten van fitheid, maar leeftijd heeft wel een zelfstandig effect op cardiovasculaire reacties (Havenith, Inoue, Luttikholt & Kenney, 1995).

Referenties

Havenith, G., Inoue, Y., Luttikholt, V. & Kenney, W.L. (1995). Age predicts cardiovascular, but not thermoregulatory response to humid heat stress. *European Journal of Applied Physiology*, 70, 88-96.

Leeftijd beïnvloedt de cardiovasculaire respons op hittebelasting (bloeddruk, huiddoorbloeding), maar dit resulteert niet in een effect op de thermoregulatorische respons (kerntemperatuur, zweetproductie).

Havenith, G. & Daanen, H.A.M. (1994). Performance effects of heat and cold. *Proceedings 35th DRG Seminar on improving military performance through ergonomics*, Mannheim, 20-21 September 1994: 251-263.

Binnen het werkgebied thermofysiologie wordt gewerkt aan Technical Decision Aids (TDA's) om commandanten en medische diensten te ondersteunen bij de risico inschatting van warmte en kou.

Havenith, G. & Vrijkotte, T.G.M. (1994). Toepassing van hittebelastingsindices op militaire taken. *Nederlands Militair Geneeskundig Tijdschrift*, 47, 192-198.

Voor evaluatie van hittebelasting van militaire taken zijn, gezien de hoge inspanningsniveaus, industriële normen niet geschikt. Complexe simulatiemodellen voldoen wel.

Havenith, G., R. Heus and H.A.M. Daanen (1995). The hand in the cold, performance and risk. *Arctic Medical Research*, 52, suppl. 2, 1-11.

Heus, R., Daanen, H.A.M. & Havenith, G. (1995). Physiological criteria for functioning of hands in the cold. *Applied Ergonomics*, 26, 5-13.

Koude betekent meestal een verlies aan handvaardigheid. In dit review artikel worden limiet waarden voor lichaams-, spier-, zenuw- en gewrichtstemperaturen aangedragen die een minimum verlies aan handvaardigheid te zien geven.

3.4 Scheepsbewegingen

Om de operationele inzetbaarheid van bemanningen aan boord van schepen te kunnen inschatten, is het belangrijk te weten hoe scheepsbewegingen energieverbruik, taakprestatie en zeeziekte beïnvloeden. Bij TNO-TM is een scheepsbewegingssimulator waarmee dergelijke vragen onderzocht kunnen worden. In 1995 is een experiment uitgevoerd (Wertheim, Heus, Kistemaker & Vunderink, 1995) waarin de lichamelijke energieconsumptie tijdens een grof-motorische taak (kratten sjouwen) is gemeten, alsmede de prestatie op cognitieve taken en subjectieve schattingen van zeeziekte, tijdens drie verschillende bewegingsprofielen.

Het onderzoek leverde de volgende resultaten op: (1) de grof-motorische taak wordt door het bewegen van de scheepsbewegingssimulator 20% zwaarder; (2) cognitief functioneren wordt door de gesimuleerde bewegingen niet beïnvloed; (3) psychomotorische taakprestaties (fijnmotoriek) worden wel aangetast. Een erg groot percentage van de proefpersonen (45%) werd in ernstige mate bewegingsziek door de gekozen profielen. Nader onderzoek is dan ook vereist met andere profielen.

De scheepsbewegingssimulator is ook veel ingezet voor onderzoek specifiek naar de relatie tussen scheepsbewegingen en het ontstaan van zeeziekte. Uit onderzoek in de praktijk, bijvoorbeeld aan boord van de Hr. Ms. Tydeman (Wertheim, De Groene & Ooms, 1995) was gebleken dat met name de verticale scheepsbewegingen het sterkst correleren met zeeziekte. Als de verticale bewegingen groot zijn maakt het voor het ontstaan van zeeziekte niet uit of het schip ook nog stamp- en/of slingert.

De verticale beweging die de scheepsbewegingssimulator kan maken is op zich niet groot genoeg om zeeziekte op te roepen. Na verschillende experimenten in deze SMS (Wertheim, Wientjes, Bles & Bos, 1995) blijkt nu dat bij een dergelijke kleine verticale slag stamp- en slingerbewegingen toch een niet te verwaarlozen zeeziekte-inducerend effect kunnen hebben.

De data van het onderzoek aan boord van de Hr. Ms. Tydeman (Wertheim, De Groene & Ooms, 1995) suggereren dat personen die gevoelig zijn voor zeeziekte baat hebben bij zicht op de horizon vanaf hun werkplek. Al in 1988 was in een gesimuleerde omgeving (in een kantelkamer was het rollen en stampen van een schip gesimuleerd) gevonden dat het welbevinden en de taakprestatie tijdens bewegingsstimulatie afnamen wanneer voor de proefpersonen geen stabiele visuele referentie voorhanden was. Indien er tegelijkertijd zicht was op de stabiele visuele omgeving (zoals op de brug van een schip), traden deze reacties niet, of in veel mindere mate op. Ook de aanwezigheid van een kunstmatige horizon beïnvloedde de reacties op bewegingsstimulatie in gunstige zin (Bles & Wientjes, 1988).

Sinds jaren krijgt TNO van het Centraal Militair Hospitaal KM-personeel met gebleken extra zeeziektegevoeligheid doorverwezen. Het functioneren van hun evenwichtssysteem wordt dan geëvalueerd met behulp van een testbatterij. Deze testbatterij staat beschreven in een rapport uit 1988 (Bles, Boer, Keuning, Vermeij & Wientjes, 1988). Deze evaluatie-onderzoeken worden nog steeds uitgevoerd, al zijn in de loop der tijd de technieken gemoderniseerd.

Mensen kunnen wennen aan scheepsbewegingen, ook als ze sterk gevoelig zijn voor bewegingsziekte. Voorwaarde is dan natuurlijk wel dat er geen functionele storing aan het evenwichtssysteem is, hetgeen vastgesteld kan worden met bovenstaande testbatterij. Weliswaar niet voor zeezieken, maar wel voor vliegers die last hebben van bewegingsziekte, is er door TNO een "desensitisatiebehandelingsprogramma" opgesteld. De behandeling is gebaseerd op het veelvuldig stimuleren van het evenwichtsorgaan met eenzelfde soort oneigenlijke bewegingspatronen als zich in de vliegsituatie voordoen. Inmiddels zijn diverse leerlingvliegers voor desensitisatie naar TNO verwezen en met succes behandeld (De Graaf, 1994).

Referenties

- Bles, W., Boer, L.C., Keuning, J.A., Vermeij, P. & Wientjes, C.J.E. (1988). *Zeeziekte-onderzoek: dosis-effect metingen aan boord van Hr. Ms. Makkum* (Rapport IZF 1988-5). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Bles, W. & Wientjes, C.J.E. (1988). *Welbevinden, taakprestatie en hyperventilatie in de kantelkamer: invloed van visueel referentiekader en kunstmatige horizon* (Rapport IZF 1988-30). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.

Graaf, J.E. de (1994). Luchtziekte en desensitisatie. *Nederlands Militair Geneeskundig Tijdschrift*, 47, 154-157.

Wertheim, A.H., Groene, G.J. de & Ooms, J. (1995). *Seasickness and performance measures aboard the Hr.Ms. Tydeman* (Rapport TNO-TM 1995 A-48). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.


Aan boord van de Hr.Ms. Tydeman werd zeeziekte-incidentie gemeten en in verband gebracht met de bewegingen van het schip. Tevens werd een Canadese zeeziekteschaal geëvalueerd.

Wertheim, A.H., Heus, R., Kistemaker, J.A. & Vunderink, R.A.F. (1995). *Energieverbruik taakprestatie en zeeziekte tijdens gesimuleerde scheepsbewegingen* (Rapport TNO-TM 1995 B-10). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Bij het uitvoeren van lichamelijke arbeid tijdens scheepsbewegingen neemt de lichamelijke energieconsumptie toe met ongeveer 20% en neemt de prestatie van psychomotorische taken af indien die taken een fijn motorische component bevatten.

Wertheim, A.H., Wientjes, C.J.E., Bles, W. & Bos, J.E. (1995). *Motion sickness studies in the TNO-TM Ship Motion Simulator (SMS)* (Rapport TNO-TM 1995 A-57). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Soesterberg, 16 oktober 1996



Mr.drs. C.Y.D. van Orden
(auteur, projectleider)

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0182	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A042
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 789.4	5. CONTRACT NUMBER A96/KM/317	6. REPORT DATE 16 October 1996
7. NUMBER OF PAGES 33	8. NUMBER OF REFERENCES 81	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Onderzoek met relevantie voor operationeel optreden in de KM: een overzicht (Research with practical relevance for Navy operations: a review)		
11. AUTHOR(S) C.Y.D. van Orden		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Director of Navy Research and Development P.O. Box 20702 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) On behalf of the Department for Social Scientific Research of the Royal Netherlands Navy, the studies carried out by the TNO Human Factors Research Institute, the Royal Institute for the Navy (KIM), and the Departments for Behavioral Sciences of the Navy, Air Force and Army, are assessed on the criterium of practical relevance for naval operations. This report gives an overview of relevant studies, categorized as follows: (1) deployment of personnel, (2) task performance, and (3) environmental factors.		
16. DESCRIPTORS Deployment of Personnel Environmental Factors Task Performance		IDENTIFIERS Navy
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)